

Unwetterküche-Zutaten: Hitze und Feuchte

Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

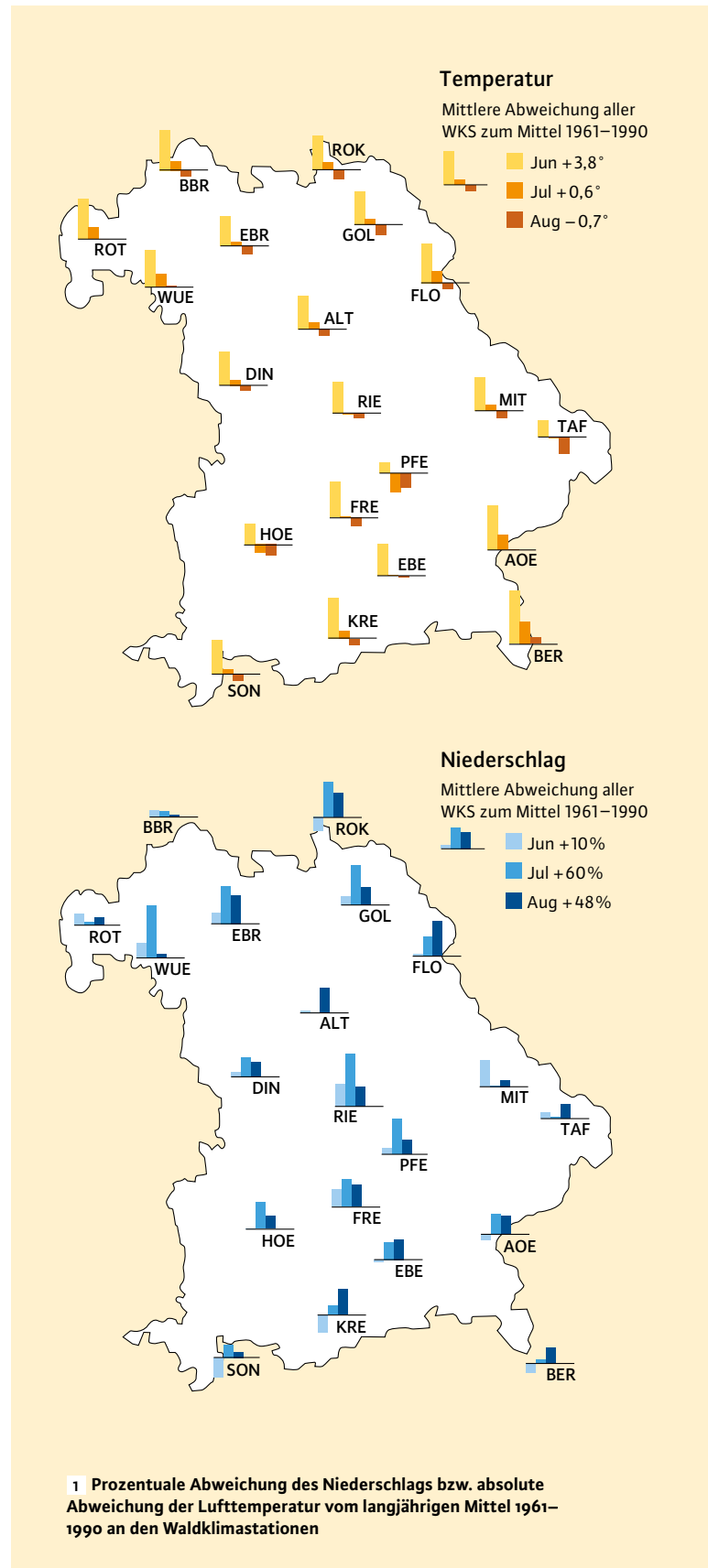
Juni

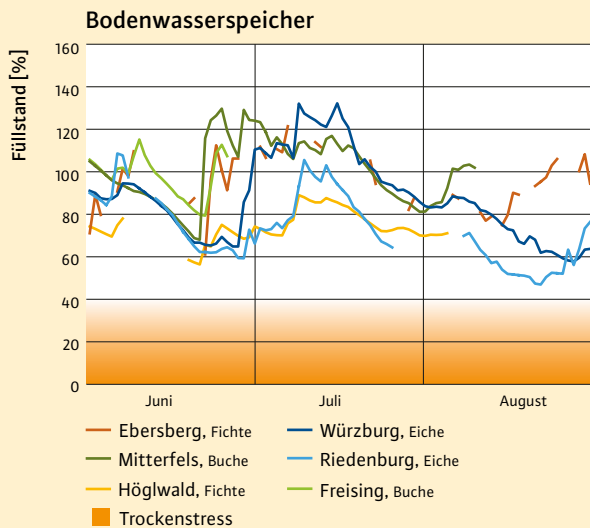
Ganz im Gegensatz zur Trockenheit und Hitze in den vergangenen Sommern gab schon dieser äußerst warme Juni einen Vorgeschmack darauf, was passiert, wenn Hitze mit viel Wasserdampf in der Atmosphäre einhergeht. Dann kommt es lokal zu kräftigen, mitunter auch zu extrem heftigen Gewittern mit Starkregen, Hagel und Sturmböen, die zum Teil katastrophale Konsequenzen haben. Eigentlich dominierte Hochdruck im ersten und letzten Monatsdrittel. Der Juli wurde aber auch immer wieder von durchziehenden Tiefs unterbrochen, die die notwendige Feuchte in die Atmosphäre brachten. Zur Monatsmitte sorgte eine Hitzewelle für hochsommerliche Temperaturen, so dass die Atmosphäre sich immer mehr mit Energie aufladen konnte.

Nach dem nassen, kühlen Vormonat hinkte die Vegetationsentwicklung zwei Wochen hinter dem mehrjährigen Mittel hinterher. Aber die warmen sommerlichen Juni-Temperaturen sorgten nun für einen regelrechten Entwicklungsschub. Aber es war nicht nur überdurchschnittlich warm, es bildeten sich auch Gewitter mit Starkregen und Hagel. Nach der Monatsmitte brachte eine Hitzewelle landesweit hochsommerliche Temperaturen $>30^{\circ}\text{C}$ und die Waldbrandgefahr stieg rasch an. Nach Ende des zweiten Monatsdrittels kam es in der schwül-heißen Luft wieder zu Gewittern mit intensiven Niederschlägen und Hagel, so dass auch die Waldbrandgefahr wieder zurückging. An der DWD-Station Augsburg fielen 101 l/m^2 innerhalb von fünf Tagen (21.–25.6.). Im südlichen Lechfeld bildete sich eine Superzelle, die dann ostwärts zog (siehe Kasten). Vom 21.–24.6.

fielen am Hohenpeißenberg $76,2\text{ l/m}^2$. Im letzten Monatsdrittel zeigte die Blüte der Sommerlinde den Beginn des Hochsommers (25.6.) an. Damit hatte sich die Verzögerung der Vegetationsentwicklung auf eine Woche verringert. Am 25.6. wurde bei Nittenau in der Oberpfalz ein Tornado beobachtet. Am 28. und 29.6. »knallte« es schon wieder: Eine von Westen heranziehende Gewitterfront mit Starkregen, Sturmböen, aber auch teilweise golfballgroßen Hagelkörnern führte örtlich zu katastrophalen Verhältnissen. In Mömlingen im Landkreis Miltenberg schossen Wassermassen durch einen Ortsteil und setzten ihn unter Wasser. Aber nicht nur im Westen kam es zu heftigen Starkniederschlägen, auch in den Alpen und im Alpenvorland kam es, kombiniert mit großkörnigem Hagel (bis 4 cm Durchmesser) und Hagelansammlungen, zu teils enormen Schäden an Vegetation und Infrastruktur. Die Böden waren in weiten Teilen Bayerns gesättigt.

Der Juni 2021 war mit $18,6^{\circ}\text{C}$ bayernweit $+3,7^{\circ}$ wärmer als im langjährigen Mittel 1961–90. Damit schob er sich auf Platz 3 der wärmsten Junis seit 1881. Die Hitze sorgte für den entsprechenden Energie-Input in die Atmosphäre, die für die vielen Gewitter verantwortlich war. In Bayern fielen mit $127,7\text{ l/m}^2$ 14% mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel 1961–90. Unterdurchschnittlicher Niederschlag fiel im äußersten Südwesten, in den Allgäuer Alpen, an der WKS Sonthofen waren es -45% zum langjährigen Mittel. Noch weniger Niederschlag gab es im Südosten, während der Norden überdurchschnittlich viel Niederschlag erhielt. Gleichzeitig schien die Sonne mit $74,5$ Stunden überdurchschnittlich ($+37\%$), damit Platz 5 seit 1951 (DWD 2021).





2 Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität

Waldklimastationen	Höhe ü.NN [m]	Juni		Juli		August	
		Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]
Altdorf (ALT)	406	18,7	101	17,5	87	15,6	145
Altötting (AOE)	415	19,8	121	18,4	187	16,2	198
Bad Brückenau (BBR)	812	16,7	127	15,0	118	13,2	100
Berchtesgaden (BER)	1500	15,4	121	14,1	187	12,2	239
Dinkelsbühl (DIN)	468	17,8	80	16,4	92	15,0	92
Ebersberg (EBE)	540	16,3	121	15,0	187	14,4	193
Ebrach (EBR)	410	17,8	113	16,6	137	14,8	118
Flossenbürg (FLO)	840	17,0	94	15,5	129	13,3	160
Freising (FRE)	508	18,9	160	16,8	181	15,5	158
Goldkronach (GOL)	800	16,1	121	14,7	187	12,6	131
Höglwald (HOE)	545	17,6	121	16,1	187	15,1	144
Kreuth (KRE)	1100	15,5	100	14,2	273	12,6	375
Mitterfels (MIT)	1025	15,7	244	14,0	131	12,2	170
Pfeffenhausen (PFE)	492	16,6	121	15,1	187	14,9	128
Riedenburg (RIE)	475	17,9	137	16,1	175	15,4	114
Rothkirchen (ROK)	670	16,3	53	14,8	152	12,7	139
Rothbuch (ROT)	470	18,3	122	16,8	77	15,3	92
Sonthofen (SON)	1170	15,5	121	14,2	366	12,6	299
Taferlruck (TAF)	770	15,2	139	14,9	122	12,7	158
Würzburg (WUE)	330	19,3	115	18,3	153	16,8	71

3 Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferlruck

Juli

Auch im Juli dominierten Tiefdruckgebiete. Sie brachten intensive, schauerartige Niederschläge, oft begleitet von Gewittern mit Hagel und Sturmböen, und sorgten schon im ersten Monatsdrittel regional für Überflutungen. In Erinnerung bleibt dieser Juli aber wegen der katastrophalen Jahrhundert-Hochwasser des Tiefs »Bernd« im Westen Deutschlands an Ahr, Erft und Rur: einer der folgenreichsten Naturkatastrophen in Deutschland seit der Sturmflut 1962. Auslöser waren Starkregen, die meist großflächig niederprasselten. Am 14.7. nahm der Regen zwischen Kölner Bucht und Eifel eine derartig starke Intensität an, dass dieser als »Jahrhundert-Regen« in die meteorologischen Geschichtsbücher eingegangen ist. Über 100 l/m² fielen während des Unwetters innerhalb von 24 Stunden und zwar flächig! Mit der Verlagerung dieses Tiefs war später auch der Südostens Bayerns betroffen. In der ersten Monathälfte ließen teils starke Niederschläge die Bodenfeuchte deutlich ansteigen, regional stieg der Wassergehalt in den Oberböden bis zur Sättigung. An der WKS Würzburg fielen beispielsweise am 9.7. 61,2 l/m². An der DWD-Station Hof wurden vom 8. bis 9.7. 97,2 l/m² gemessen (DWD 2021). Die Starkregenfälle führten am 8.7. in Teilen Mittelfrankens und Schwabens zu Überflutungen und Hochwasser. Durch vorhergehende Niederschläge war das Rückhaltevermögen der Böden – auch im Wald – sehr gering. Gleichzeitig konnte es aber auch sehr warm werden. So meldete die DWD-Station Rosenheim am 6.7. einen Wert von 32,8 °C. Zur Monatsmitte brachte ein Hoch sieben trockene und warme Tage, so dass die Oberböden wieder allmählich tro-

ckener wurden. Im Chiemgau und im Berchtesgadener Land war dagegen am 17. und 18.7. »Land unter«: Tief »Bernd« sorgte hier für Hochwasser, verbunden mit Geröll- und Schlammuren, die beispielsweise am Grünstein die unterhalb gelegene Bobbahn unter sich begruben. An der WKS Berchtesgaden wurden in diesen beiden Tagen 186 l/m² gemessen, die höchste stündliche Regenintensität wurde am 17.7. von 19:45 bis 20:45 mit 61,6 l/m² erreicht. Die Wiederkehrintervalle für unterschiedliche Niederschlagsdauern (1 bis 48 h) bewegten sich an diesem Wochenende von 2 bis 25 Jahren, damit allerdings weit entfernt von den Wiederkehrintervallen der Niederschläge in den Katastrophengebieten in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, die oft größer 100 Jahre waren (Junghaenel et al. 2021). Beim Abfluss wirkte sich dagegen die Morphologie der steilen, engen Achen-Flusstäler aus: An drei von vier ihrer Abflusspegel wurden Wiederkehrintervalle >100 Jahre gemessen, wobei es sich um kurz anhaltende Abflussspitzen handelte (LfU 2021). Am 28.7. sorgte dann eine Superzelle in den Landkreisen Mühldorf, Altötting, Traunstein und Rosenheim für einen heftigen Gewittersturm mit Starkregen, Hagel und Sturmböen (siehe Kasten). Der Juli 2021 war mit 17,6 °C und einer Abweichung von 1,0° bayernweit noch im oberen Drittel der wärmeren Julis seit 1881. In Bayern fielen mit 149,0 l/m² +47% fast die Hälfte mehr als im langjährigen Mittel, damit war er der 20.nasseste seit 1881. Neben den Alpen fiel besonders gebietsweise in Franken dabei deutlich mehr als im Landesmittel, in Oberfranken war es teilweise bis das Doppelte des langjährigen Niederschlags. Die DWD-Station Oberstdorf beobachtete mit 303,3 l/m² die

höchste Monatssumme in Deutschland. Wegen der häufigen Niederschläge schien die Sonne mit 209,0 Stunden 5 % weniger als normal (DWD 2021). Auch die Pflückreife der ersten Äpfel als Beginn des phänologischen Spätsommers begann erst zu Monatsende.

August

Heuer präsentierte sich der August vollkommen anders als in den drei letzten Jahren: Statt trocken-heiß war es kühl und nass. Zahlreiche Tiefs waren dafür ursächlich. So regnete es häufig, in Gewittern kam es lokal zu Starkniederschlägen.

In der ersten Monatshälfte floss auf der Vorderseite der Tiefdruckgebiete von Südwesten immer wieder schwülwarme Luft ein und das Thermometer kletterte gebietsweise über 30 °C. Die DWD-Station Regensburg meldete am 15.8. 33,2 °C als bundesweit höchsten Wert im

August. Schwere Gewitter mit Starkregen und teils großkörnigem Hagel richteten immer wieder teils erhebliche Schäden an. Ein Sturmtief sorgte dann für eine starke Abkühlung, wieder verbunden mit intensiven Niederschlägen. Am 16.8. lösten diese in der engen Höllentalklamm bei Garmisch-Partenkirchen eine Flutwelle aus, die zwei Wanderer mit sich riss (DWD 2021). In der zweiten Monatshälfte sanken die Temperaturen deutlich. Die Fruchtreife des Schwarzen Holunders, der für den Beginn des phänologischen Frühherbstes steht, setzte bis zu zehn Tage später ein. In der letzten Woche wurden dann schon frühherbstliche Temperaturen erreicht.

Mit 15,9 °C gab es seit langer Zeit einmal wieder einen Wert, wenn auch knapp, unter dem langjährigen Mittel von 1961–90 (–0,1°) (DWD 2021). Im Vergleich zur aktuellen und wärmeren Vergleichsperiode 1991–2020

betrug die negative Abweichung allerdings –1,7°! Zuletzt war es 2014 im August ähnlich kühl: 15,5 °C. Bayernweit fielen 162,1 l/m², somit ein Plus von 32 % zum Mittel von 1961–90. Damit war er eindeutig ein sehr feuchter August! Am östlichen Alpenrand fielen örtlich über 280 l/m² (DWD 2021). Mit 162,1 Sonnenscheinstunden schien die Sonne aufgrund der vielen Wolken ein Fünftel weniger als im langjährigen Mittel, d.h. vom Sonnenschein her der 7.ärmste seit 1951.

Sommer

Der Sommer 2021 war mit 17,4 °C zwar immer noch unter den 20 wärmsten Sommern, aber durch seine vielen und intensiven Niederschläge (416 l/m², +32 % zum Mittel 1961–90) auch gleichzeitig der 8.nasseste Sommer seit 1881. So war trotz der Klimawandelbedingt höheren Lufttemperaturen immer auch genügend Niederschlagswasser vor-

handen, um die Bäume gut mit Wasser zu versorgen. Die Messungen der Bodenfeuchte an der WKS zeigten, dass sich die Füllstände der Bodenwasserspeicher meist zwischen über 100 und 80 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) befanden (Abbildung 2). Trockenstress kam bei keiner Bodenfeuchtemessung vor. Dagegen kann bei den beobachteten Überschreitungen der nFK teilweise auch von einer Grundwasserspense im Sommer in diesem Jahr ausgegangen werden. Vom Sonnenschein war 2021 mit 645,7 Sonnenscheinstunden (+4 %) noch etwas über dem langjährigen Durchschnitt (+4 %).

Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie am Ende des Online-Artikels auf www.lwf.bayern.de.

Autoren

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de
Stephan.Raspe@lwf.bayern.de

Ein besonderes Gericht aus der Unwetterküche: Rezept für die »Lechtalerin«



Supercelle (»Lechtalerin«) aufgenommen mit Webcam vom Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg am 21. Juni 2021, 20:20 Uhr (MESZ)

Quelle: DWD Deutscher Wetterdienst

Im Sommer sorgte wieder ein besonderes Gewitterphänomen für viele Schäden, darunter auch viele Sturmwürfe im Wald: die Supercelle. Zuletzt berichteten wir in der LWF aktuell-Ausgabe 123 über Entstehung und Wirkung dieser besonders gefährlichen Form einer großräumigen und hochreichenden Gewitterzelle. Am 21. Juni waren wieder einmal alle »Zutaten« gegeben: In der unteren Atmosphäre befand sich warme und feuchte Luft, sozusagen der Treibstoff für den Motor der rotierenden Supercelle. Zudem kam der Wind in Bodennähe aus

nordöstlicher Richtung, drehte bis in eine Höhe von etwa fünf Kilometern um nahezu 180° auf Südwest und nahm dabei deutlich zu, so dass es zu einer großräumigen Drehung der aufsteigenden schwülen Luft kam (sog. Windscherung). Dadurch wurde die aufsteigende Warmluft vom Bereich hebrabsinkender kalter Luft getrennt. Im Alpenvorland wird dieses »Gewittermonster« nach seiner Entstehungsregion im südlichen Lechtal als »Lechtalerin« bezeichnet. Sie zieht meist in einer leichten Rechtskurve über den Starnberger See südlich an München vorbei und anschließend weiter ostwärts ins südliche Niederbayern. Starkniederschläge, heftige Auf- und Abwinde sowie intensiver Hagel-schlag finden sich auf ihrer Zugbahn.

Doch es war in diesem Sommer nicht das letzte Mal, dass Supercellen an den Alpen entlang durch Südbayern zogen. Am 28. Juli entstand eine Supercelle nördlich von Rosenheim. Sie zog rasch ostwärts und richtete teils schwere Schäden im Chiemgau an. Orkanböen deckten Dächer ab und entwurzelten Bäume, durch heftigen Starkregen liefen Keller voll und örtlich gab es Ansammlungen von Hagelmassen. Die Zelle zog über Oberösterreich, wo sie sich nochmals verstärkte, weiter nach Wien und erreichte am Abend die Slowakei. Erst in der folgenden Nacht löste sie sich östlich der Hohen Tatra auf. In 13 Stunden legte sie eine Strecke

von über 700 km zurück und gehört somit zu den langlebigsten Supercellen der vergangenen Jahre.

Heuer traten Supercellen am Alpenrand ungewöhnlich häufig auf. Ursache dafür war eine besondere Wetterlage, bei der Tiefdruckgebiete immer wieder nach Westeuropa zogen. Mitteleuropa lag dabei am Rand dieser Tiefdruckgebiete, welche die betroffenen Regionen mit sehr warmer und besonders feuchter Mittelmeerluft versorgten. Gleichzeitig stellten diese Tiefs die benötigte Windscherung mit der Höhe bereit. Der Alpenrand ist für die Entstehung von Supercellen besonders anfällig.

So faszinierend solche Supercellen aus der Ferne für den Betrachter sind, so gefährlich ist der Aufenthalt unter ihnen. Es besteht die Gefahr, dass kurzzeitig durch die Starkniederschläge bei geeigneter Topografie Sturzfluten auftreten, Sturm-böen Gegenstände durch die Luft schleudern und Bäume entwurzeln sowie faustgroße Hagelkörner entstehen. Also auf jeden Fall einen überdachten, sicheren Ort aufsuchen.

Lothar Zimmermann

Quellen:

https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2021/6/27.html
https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2021/7/30.html
www.lwf.bayern.de/boden-klima/umweltmonitoring/229546/index.php